



Attorney Docket No. Q7397  
December 10, 2003  
Page 2

Priority is claimed from:

<u>Country</u>	<u>Application No</u>	<u>Filing Date</u>
<b>REPUBLIC of KOREA</b>	<b>10-2003-0005921</b>	<b>January 29, 2003</b>

The priority document is enclosed herewith.

Respectfully submitted,  
SUGHRUE MION, PLLC

Attorneys for Applicant

By: *Darryl Mexic* Reg No. 38,551  
for Darryl Mexic  
Registration No. 23,063

SUGHRUE MION, PLLC  
Telephone: (202) 293-7060  
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

**23373**

CUSTOMER NUMBER

DM/lck



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0005921  
Application Number

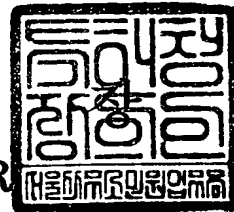
출원년월일 : 2003년 01월 29일  
Date of Application JAN 29, 2003

출원인 : 삼성전자주식회사  
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 08 월 21 일

특 허 청  
COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0006
【제출일자】	2003.01.29
【국제특허분류】	G06F
【발명의 명칭】	픽셀 캐쉬 및 이를 이용한 3차원 그래픽 가속 장치 및 방법
【발명의 영문명칭】	Pixel cache, 3D graphic accelerator using it, and method therefor
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2003-003436-7
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김재현
【성명의 영문표기】	KIM, Jae Hyun
【주민등록번호】	660713-1279311
【우편번호】	442-728
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 신나무실 풍림아파트 601동 1602호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김용제
【성명의 영문표기】	KIM, Yong Je
【주민등록번호】	620415-1841812

【우편번호】	449-913
【주소】	경기도 용인시 구성면 보정리 진산마을 삼성5차 503동 105호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	한탁돈
【성명의 영문표기】	HAN,Tack Don
【주민등록번호】	550724-1025213
【우편번호】	158-070
【주소】	서울특별시 양천구 신정동 목동아파트 921동 103호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박우찬
【성명의 영문표기】	PARK,Woo Chan
【주민등록번호】	700501-1932215
【우편번호】	110-797
【주소】	서울특별시 종로구 무악동 82 무악현대아파트 108동 1604호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이길환
【성명의 영문표기】	LEE,Gil Hwan
【주민등록번호】	740117-1036526
【우편번호】	135-794
【주소】	서울특별시 강남구 압구정2동 한양아파트 33동 1005호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김일산
【성명의 영문표기】	KIM,Il San
【주민등록번호】	730226-1038012
【우편번호】	120-180
【주소】	서울특별시 서대문구 창천동 31-49
【국적】	KR
【심사청구】	청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

이영필 (인) 대리인

이해영 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 1 면 1,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 16 항 621,000 원

【합계】 651,000 원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

3차원 그래픽 가속기에서의 효과적인 픽셀 캐쉬 구조가 개시된다. 본 발명에 의한 픽셀 캐쉬는, 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어와서 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에 제공하는  $z$  데이터 저장부, 및  $z$  데이터 저장부가 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어오는 것과 동시에 프레임 메모리로부터 컬러 데이터를 미리 읽어와서 저장하며, 상기 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에서 소정의  $z$  테스트가 성공인 경우에만 상기 컬러 데이터를 상기 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에 제공하는 컬러 데이터 저장부를 포함한다. 본 발명에 따른 픽셀 캐쉬 구조는, 실제 사용하는 컬러 데이터만을 컬러 데이터의 처리 전에 미리 읽어 저장함으로써, 접근 지연을 없애고 컬러 캐쉬의 효율을 높이며 전력 소비량을 줄일 수 있다.

**【대표도】**

도 4

**【명세서】****【발명의 명칭】**

픽셀 캐쉬 및 이를 이용한 3차원 그래픽 가속 장치 및 방법{Pixel cache, 3D graphic accelerator using it, and method therefor}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 3차원 그래픽의 처리 과정을 나타낸 블록도이다.

도 2는 전형적인 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인을 나타내는 블록도이다.

도 3은 본 발명에서 제안하는 픽셀 캐쉬 구조를 나타내는 블록도이다.

도 4는 본 발명에 따른 3차원 그래픽 가속기의 동작과 신호 흐름을 나타내는 블록도이다.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <5> 본 발명은 3차원 그래픽 처리에 관한 것으로, 특히 3차원 그래픽 가속 장치 및 방법, 그리고 3차원 그래픽 가속기용 픽셀 캐쉬에 관한 것이다.
- <6> 3차원 그래픽은 3차원 공간의 물체를 높이, 폭, 길이의 세 가지 축을 이용하여 표현한 뒤 그 영상을 보다 사실적으로 2차원인 모니터 화면에 나타내는 기술이다. 3차원 그래픽 가속기(3-dimensional graphic accelerator)는 형상 모델러(modeler)에 의해 기술된 기하학 형상을 입력으로 하여 시점이나 조명과 같은 파라미터를 적용하여 출력으로서 화상(화소배열)을 생성하는 장치이다.

- <7> 3차원 그래픽 가속기가 수행하는 일련의 처리를 그래픽스 파이프라인이라 하는데, 그래픽스 파이프라인에서의 처리는 어느 한 곳이라도 늦은 부분이 있으면 전체 파이프라인의 속도가 저하되는 특징을 가진다. 그래픽스 파이프라인에서의 처리는 크게 지오메트리(geometry) 처리와 렌더링(rendering) 처리로 나눌 수 있다. 지오메트리 처리에서의 계산량은 처리하는 폴리곤의 정점 수에 비례하고, 렌더링 처리에서의 계산량은 생성하는 화소 수에 비례한다.
- <8> 고해상도 모니터에서의 그래픽 처리에 있어서는 화소수가 증가함에 따라 렌더링 처리를 하는 렌더링 엔진의 처리 속도를 증가시켜야 한다. 이러한 속도 문제를 해결하기 위해 내부 구조를 개선하거나 렌더링 엔진의 수를 증가시켜 병렬화하는 방법을 취하게 된다.
- <9> 렌더링 엔진의 처리 속도를 높이기 위해서 가장 중요한 요소는 메모리에의 접근, 즉 메모리 대역폭(bandwidth)을 줄이는 것이다. 2차원 화면에 디스플레이하기 위해서는 텍스처(texture) 데이터와 픽셀(pixel) 데이터를 처리하여야 하는데, 이러한 데이터는 메모리에 저장되어 있다. 메모리에의 접근(access)을 줄이기 위해서는 그래픽 가속기 내에 캐쉬(cache)를 구비하는 것이 필수적이다.
- <10> 대부분의 3차원 그래픽 렌더링 프로세서는 깊이 데이터(z data)와 색상 데이터(color data)를 저장하는 픽셀 캐쉬를 사용한다. 그런데, 픽셀 캐쉬의 성공률(hit ratio)은 마이크로프로세서의 캐쉬의 성공률에 비해 상당히 낮다. 캐쉬의 성공률이 높으면 캐쉬에 저장된 데이터의 재사용 확률이 높아져 메모리에의 접근이 줄어든다. 이에 픽셀 캐쉬의 성공률을 높이기 위한 효과적인 픽셀 캐쉬 구조가 요구된다.



<11> 3차원 그래픽 하드웨어에서의 메모리 속도 문제는 성능의 향상에 영향을 미치는 중요한 요소의 하나이지만 메모리 데이터나 접근 성향에 대한 분석과 메모리 구조 등에 대한 연구는 상당히 저조한 편이었다. 이전에 발표된 Mitra와 Chiuh의 논문에서 동적 데이터(dynamic workload)에 대한 분석 중 래스터라이제이션 단계 내의 텍스처 트래픽과 메모리 बैं크 활용도에 대하여 언급한 것이 있을 뿐이고, 텍스처 데이터로 인한 문제를 해결하기 위하여 텍스처 캐쉬나 텍스처 선인출 기법에 대한 연구 정도가 발표되었다. 그리고 픽셀 캐쉬에 대한 연구는 더 미비한 상태이다.

**【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】**

<12> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 성공률(hit ratio)을 향상시킬 수 있는 구조를 가지는 픽셀 캐쉬, 이를 구비한 3차원 그래픽 가속기 및 3차원 그래픽 가속 방법을 제공하는 것이다.

**【발명의 구성 및 작용】**

<13> 상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명에 의한 픽셀 캐쉬는, 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어와서 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에 제공하는  $z$  데이터 저장부; 및 상기  $z$  데이터 저장부가 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어오는 것과 동시에 프레임 메모리로부터 컬러 데이터를 미리 읽어와서 저장하며, 상기 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에서 소정의  $z$  테스트가 성공인 경우에만 상기 컬러 데이터를 상기 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에 제공하는 컬러 데이터 저장부를 포함하는 것이 바람직하다.

<14>      상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명에 의한 3차원 그래픽 가속기는, 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어와서 저장하는  $z$  캐쉬; 상기  $z$  캐쉬가 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어오는 것과 동시에 프레임 메모리로부터 컬러 데이터를 미리 읽어와서 저장하는 컬러 캐쉬; 상기  $z$  캐쉬로부터  $z$  데이터를 읽어와서 소정의  $z$  테스트를 수행하는  $z$  테스트 수행부; 및 상기  $z$  테스트의 결과가 성공인 경우, 상기 컬러 캐쉬로부터 컬러 데이터를 읽어와서 소정의 컬러 처리를 하는 컬러 처리부를 포함하는 것이 바람직하다.

<15>      상기 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명에 의한 3차원 그래픽 가속 방법은, (a) 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어와서  $z$  캐쉬에 저장하는 단계; (b) 프레임 메모리로부터 컬러 데이터를 읽어와서 컬러 캐쉬에 저장하는 단계; (c) 상기  $z$  캐쉬로부터  $z$  데이터를 읽어와서 소정의  $z$  테스트를 수행하는 단계; 및 (d) 상기  $z$  테스트의 결과가 성공인 경우, 상기 컬러 캐쉬로부터 컬러 데이터를 읽어와서 소정의 컬러 처리를 하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

<16>      본 발명에서는 3차원 렌더링 프로세서에서의 효과적인 픽셀 캐쉬 구조를 제안한다. 제안하는 구조는 기본적으로 3차원 렌더링 프로세서에서 수행되는 깊이 검사( $z$ -test)의 결과에 따라 선택적으로 컬러 데이터를 캐쉬에 적재한다. 즉, 프레임 메모리로부터 데이터를 가져와서 4개 또는 8개의 엔트리를 가지는 작은 버퍼, 즉 픽셀 버퍼(pixel buffer)에 저장한 뒤, 이 데이터들에 대해서 선택적인 적재 기법을 사용한다. 깊이 검사가 성공한 데이터에 대해서는 캐쉬에 저장하고, 깊이 검사에 실패한 데이터는 캐쉬에 저장하지 않는다. 따라서 깊이 검사가 성공한 데이터는 실패한 데이터에 비해서 좀더 오랜 시간 동안 캐쉬 시스템에 저장됨으로써 재사용의 확률을 높일 수 있다.

- <17> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 3차원 그래픽 가속기용 픽셀 캐쉬 구조에 대해 상세히 설명한다.
- <18> 도 1은 3차원 그래픽의 처리 과정을 나타낸 블록도이다.
- <19> 도 1을 참조하면, 3차원 그래픽의 처리 과정은 3차원 응용 소프트웨어(10)가 응용 프로그램 인터페이스(application program interface, API, 20)를 통하여 보낸 3차원 그래픽 데이터에 대해 3차원 그래픽 가속기(30)에서 실시간 하드웨어 가속을 수행한 후 디스플레이(40)로 보내지는 단계를 거친다. 3차원 그래픽 가속기(30)는 크게 기하학 처리(32)와 렌더링(34)을 수행한다. 기하학 처리(32)는 주로 3차원 좌표계의 물체를 시점에 따라 변환하고, 2차원 좌표계로 투영 처리하는 과정이다. 렌더링(34)은 2차원 좌표계의 이미지에 대한 색깔 값을 결정하여 프레임 버퍼에 저장하는 과정이다. 한 개의 프레임에 대하여 입력되는 모든 3차원 데이터에 대한 처리 수행이 끝난 후에 프레임 버퍼에 저장된 색깔 값은 디스플레이(40)로 보내진다.
- <20> 3차원 그래픽 영상은 주로 점, 선, 다각형으로 구성되며, 대부분의 3차원 렌더링 프로세서는 삼각형을 고속으로 처리하는 구조를 가진다. 렌더링 프로세서는 고성능의 처리를 위하여 파이프라인(pipeline)화되어 있으며, 삼각형마다(per triangle) 처리되는 삼각형 셋업(triangle setup) 처리부, 에지마다(per edge) 처리되는 에지-워크(edge-walk) 처리부, 및 픽셀마다(per pixel) 처리되는 픽셀 래스터라이제이션(pixel rasterization) 처리부로 구성된다.
- <21> 삼각형 셋업 처리부는 에지-워크 처리부 및 픽셀 래스터라이제이션 처리부에서 사용될 값들을 입력되는 삼각형에 대하여 계산한다. 에지-워크 처리부는 삼각형의 에지를 따라 스패(span)의 시작점과 끝점을 구한다. 여기서 스패의 시작점과 끝점은 주어진 스캔 라

인(scan line)이 삼각형의 에지들과 만나는 두 개의 교차점이며, 스패는 이러한 시작점과 끝점 사이에 있는 픽셀들의 집합을 의미한다. 픽셀 래스터라이제이션 처리부는 스패에 대하여 보간(interpolation)을 통하여 스패를 구성하는 픽셀에 대한 최종 색깔 값을 생성하는 부분이다.

<22> 도 2는 전형적인 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인을 나타내는 블록도이다. 설명의 편의를 위하여 텍스처 캐쉬(200), 픽셀 캐쉬(210) 및 3차원 그래픽 가속기 외부의 메모리(220)를 함께 도시하였다.

<23> 프래그먼트 정보(fragment information, 1)는 보간을 통하여 생성된 색깔값, 3차원 위치 좌표인 (x, y, z), 그리고 텍스처 좌표 등을 포함한다. 파이프라인의 처음 두 단계에서는 해당 텍스처 좌표에 대하여 4개 또는 8개의 텍셀(texel)을 텍스처 캐쉬(200)로부터 읽어 필터링을 수행하여 하나의 텍셀을 생성하고(100), 이를 입력되는 프래그먼트 정보의 일부인 색깔 값과 혼합한다(텍스처 혼합, 110). 다음으로 프래그먼트 정보의 알파(alpha) 값과 필터링된 텍셀의 알파 값을 테스트한다(120). 여기서 알파 값이란 투명도를 나타내는 값이다. 테스트의 결과가 성공이면 파이프라인의 다음 단계로 계속 진행되고, 실패이면 다음 단계로 진행되지 않고 현재의 프래그먼트 정보를 버린다.

<24> 파이프라인의 다음 두 단계에서는 픽셀 캐쉬(210)로부터 깊이 값(z value)에 대한 읽기 연산을 수행하고(깊이 읽기, 130) 현재의 프래그먼트에 대한 깊이 값과 비교한다(깊이 테스트, 140). 깊이 테스트란 현재의 프래그먼트가 이전에 처리된 영상으로 인하여 보이지 않게 되는가를 검사하는데, 만약 보이지 않게 되면 검사의 결과가 실패가 된다. 만약 테스트의 결과가 실패이면 현재의 프래그먼트는 파이프라인에서 버려진다. 만약 성공이면 현재의 프래그먼트의 깊이 값이 픽셀 캐쉬에 쓰여진다(150).

- <25> . 다음 픽셀 캐쉬(210)로부터 색깔 값에 대한 읽기 연산이 수행되고(160), 픽셀 캐쉬로부터 읽어온 색깔 값과 텍스처 혼합(110) 단계에서 생성된 색깔 값에 대해서 알파 블렌딩(170)이 수행되며, 이렇게 생성된 최종 색깔 값은 픽셀 캐쉬에 저장된다(180).
- <26> 래스터라이제이션 처리 단계에서의 전체 메모리 전송량의 상당 부분은 픽셀 처리 파이프라인 단계의 텍스처의 전송과 프레임 버퍼 메모리(220)에의 접근에서 발생한다. 텍스처 데이터는 보다 현실적이고 시각적으로 뛰어난 질감 효과를 나타내기 위하여 사용되며, 비트맵 형식으로 구성되는 것이 일반적이다. 대부분의 경우 텍스처 데이터를 구성하는 최소 단위인 텍셀과 화면 상에 표시되는 폴리곤의 최소 단위인 픽셀의 크기가 일치하지 않기 때문에 이를 해결하기 위해 밍맵(mip-map) 기법을 사용한다. 밍맵 기법이란 빠른 텍스처 매핑을 위해서 미리 여러 LOD(level of detail) 레벨의 텍스처들을 만들어 두고, 프로그램 수행시에 대표되는 텍셀의 값을 구하기 위해 8개의 텍셀을 읽어, 이들에 대한 트라이리니어 인터폴레이션(tri-linear interpolation)을 행한 결과를 대표값으로 이용하는 방법을 말한다. 이는 정확한 필터링에 의한 방법보다는 빠른 방법이지만, 실시간의 밍맵핑(mipmapping)을 위하여 8개의 텍셀을 메모리로부터 읽어들여야 하므로 메모리 전송량을 늘린다.
- <27> 프레임 버퍼에의 접근으로 인한 메모리 트래픽은 주로 z 테스트, 즉 깊이 테스트를 수행할 때에 발생한다. z 테스트는 현재 처리 중인 픽셀과 이미 처리된 픽셀과의 깊이를 비교하는 것으로서, 현재 픽셀이 기존 픽셀보다 앞에 있으면 화면에 보여지게 되고, 뒤에 있으면 보이지 않으므로 버려지게 된다. z 테스트 단계에서는 z 버퍼에 저장되어 있는 기존 픽셀의 깊이 정보를 참조하여 현재 픽셀의 사용 유무를 판단하여 읽기와 쓰기 작업을 수행한다. z 테스트의 수행 결과 현재 픽셀이 사용된다면 알파 테스트 후 깊이

정보를  $z$  버퍼에 갱신한다. 만일 현재 픽셀이 투명도를 가지고 있다면 알파 테스트 후 깊이 정보를  $z$  버퍼에 갱신하고 컬러 버퍼에 있는 픽셀의 색깔 정보를 참조하여 현재 픽셀과 혼합(blending)한 후 컬러 버퍼에 갱신한다. 이때 픽셀 정보를 계산하기 위하여 프레임 버퍼에 읽기와 쓰기 작업을 수행하기 때문에 메모리 대역폭과 함께 접근 지연(access latency)도 성능의 중요한 요인이 된다. 3차원 그래픽 가속기들은 대부분의 경우 텍스처 전송과 프레임 버퍼 쓰기의 전송량을 줄이기 위해 캐쉬 메모리를 사용하는데 이러한 캐쉬 메모리를 사용하게 되면 상당량의 대역폭과 접근 지연을 줄일 수 있다. 만약 사용되는 화면의 해상도가 높아지면 처리해야 하는 픽셀의 수도 증가하기 때문에 텍스처 메모리와 프레임 버퍼에의 전송량도 기하급수적으로 증가하게 된다.

- <28>      본 발명에서는 고성능 3차원 그래픽 하드웨어에 적합하면서 모바일 기기에 적합한 저전력 픽셀 캐쉬의 구조를 제안한다.
- <29>      도 3은 본 발명에서 제안하는 픽셀 캐쉬 구조를 나타내는 블록도이다.
- <30>      본 발명에 의한 3차원 그래픽 가속 장치의 픽셀 캐쉬는 캐쉬의 효율을 높이기 위해  $z$  데이터와 컬러 데이터를 분리하여 저장한다. 이를 위해  $z$  데이터 저장부( $z$  캐쉬, 410)와 컬러 데이터 저장부(컬러 캐쉬, 420)를 포함한다.
- <31>       $z$  데이터 저장부(410)는 프레임 메모리(220)의  $z$  버퍼(222)로부터  $z$  데이터를 읽어와서 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에 제공한다.
- <32>      컬러 데이터 저장부(420)는  $z$  데이터 저장부(410)가 프레임 메모리(220)로부터  $z$  데이터를 읽어오는 것과 동시에 프레임 메모리(220)의 컬러 버퍼(224)로부터 컬러 데이터를 미리 읽어와서 저장하는데, 이를 프리페치(prefetch)라 한다. 컬러 데이터 저장부

(420)는 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에서  $z$  테스트를 수행하여 실제 컬러 데이터가 사용되는 경우에 저장된 컬러 데이터를 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에 제공한다. 본 발명에서 제안하는 구조에서는 컬러 데이터의 처리에 있어  $z$  테스트의 결과를 이용함으로써 캐쉬의 효율을 높일 수 있다.

<33> 또한 더 바람직하게는 실제 사용되는 컬러 데이터만을 컬러 캐쉬(420)에 저장하여 전력 소비량을 줄일 수 있다. 이를 위해 도 3과 같이 4개 또는 8개의 엔트리를 가지는 작은 크기의 컬러 픽셀 버퍼(450)를 픽셀 캐쉬(400) 내부에 둔다. 컬러 픽셀 버퍼(450)는 프레임 메모리(220)로부터 컬러 데이터를 미리 읽어와서 저장하며, 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에서  $z$  테스트가 성공인 경우에만 컬러 데이터를 컬러 데이터 저장부(420)에 저장한다.

<34> 도 4는 본 발명에 따른 3차원 그래픽 가속기의 동작과 신호 흐름을 나타내는 블록도이다. 도 4를 참조하여 본 발명에서 제안하는 3차원 그래픽 가속 장치 및 방법에 대해 자세히 살펴본다.

<35>  $z$  데이터의 읽기(300)를 수행하기 위해  $z$  데이터의 주소(2)를 픽셀 캐쉬(400)에 보내면, 픽셀 캐쉬(400)는 내부에서 필요한  $z$  데이터를 찾는다. 만일 원하는 데이터가  $z$  캐쉬(412) 내부에 존재하지 않으면 프레임 버퍼(220)의  $z$  버퍼(222)로부터 필요한 데이터를 읽어와서  $z$  캐쉬(412)에 저장한다. 이때,  $z$  데이터(3)를 읽어오는 것과 동시에 프레임 버퍼(220)의 컬러 버퍼(224)로부터  $z$ 의 픽셀 위치에 해당하는 컬러 값을 읽어와서(prefetch) 컬러 픽셀 버퍼(450)에 저장한다. 이를 위해 해당 컬러 데이터가 저장된 메모리의 주소(컬러 주소, 4)를 생성하여 프레임 버퍼(220)에 제공한다.

- <36> 이후 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에서 z 테스트가 수행된다(310). z 테스트는 현재 래스터라이제이션 파이프라인에서 처리되고 있는 픽셀이 화면에 보여지는 경우 성공이 되며, 이 픽셀이 이미 처리된 다른 픽셀에 가려져 보이지 않게 되는 경우 실패가 된다. 이러한 z 테스트의 결과는 픽셀 캐쉬(400)로 전달된다(315).
- <37> 만일 z 테스트의 결과가 실패(fail)이면 픽셀 버퍼(450)에 저장된 컬러 데이터(7)는 사용되지 않고 버려진다. 3차원 그래픽 가속기는 다음 픽셀 프래그먼트에 대해 컬러 래스터라이제이션 파이프라인을 수행하게 된다.
- <38> 만일 z 테스트의 결과가 성공(success)이면 픽셀 버퍼(450)에 저장된 컬러 데이터(7)는 컬러 캐쉬(422)에 저장된다. 이후 컬러 래스터라이제이션 파이프라인이 순차적으로 진행되고, 저장된 컬러 데이터(7)는 파이프라인의 컬러 읽기(340) 단계에서 접근 지연이 없이 바로 사용될 수 있게 된다.
- <39> 본 발명에서 제안하는 픽셀 캐쉬 구조의 장점은 다음과 같다. 첫째, 필요한 컬러 데이터를 미리 읽어와서(프리페치) 컬러 읽기(340)에서 사용하므로 접근 지연이 없다. 둘째, z 테스트의 결과를 이용하여 실제 사용되는 컬러 데이터만을 컬러 캐쉬(422)에 저장하기 때문에 컬러 캐쉬의 효율이 높아진다. 셋째, 픽셀 캐쉬에 저장되는 정보를 줄여서 전력 소비량이 줄어든다.
- <40> 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.



**【발명의 효과】**

<41>        본 발명에 의한 픽셀 캐쉬 및 이를 이용한 3차원 그래픽 가속 장치 및 방법에 의하면, 실제 사용하는 컬러 데이터만을 컬러 데이터의 처리 전에 미리 읽어 저장함으로써, 접근 지연을 없애고 컬러 캐쉬의 효율을 높이며 전력 소비량을 줄일 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어와서 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에 제공하는  $z$  데이터 저장부; 및

상기  $z$  데이터 저장부가 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어오는 것과 동시에 프레임 메모리로부터 컬러 데이터를 미리 읽어와서 저장하며, 상기 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에서 소정의  $z$  테스트가 성공인 경우에만 상기 컬러 데이터를 상기 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에 제공하는 컬러 데이터 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 장치의 픽셀 캐쉬.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

상기 프레임 메모리로부터 컬러 데이터를 미리 읽어와서 저장하며, 상기 픽셀 래스터라이제이션 파이프라인에서 상기  $z$  테스트가 성공인 경우에만 상기 컬러 데이터를 상기 컬러 데이터 저장부에 저장하는 컬러 픽셀 버퍼를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 장치의 픽셀 캐쉬.

**【청구항 3】**

제 2 항에 있어서, 상기 컬러 픽셀 버퍼는 4개 또는 8개의 엔트리로 구성되는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 장치의 픽셀 캐쉬.

**【청구항 4】**

제 1 항에 있어서, 상기  $z$  테스트는 현재 래스터라이제이션 처리 중인 픽셀이 화면에 보여지는 경우 성공이 되며, 보여지지 않는 경우 실패가 되는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 장치의 픽셀 캐쉬.

**【청구항 5】**

제 1 항에 있어서, 상기  $z$  데이터 저장부는 원하는  $z$  데이터가 상기  $z$  데이터 저장부에 저장되어 있지 않은 경우에만 프레임 메모리로부터 해당하는  $z$  데이터를 읽어오는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 장치의 픽셀 캐쉬.

**【청구항 6】**

프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어와서 저장하는  $z$  캐쉬;

상기  $z$  캐쉬가 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어오는 것과 동시에 프레임 메모리로부터 컬러 데이터를 미리 읽어와서 저장하는 컬러 캐쉬;

상기  $z$  캐쉬로부터  $z$  데이터를 읽어와서 소정의  $z$  테스트를 수행하는  $z$  테스트 수행부; 및

상기  $z$  테스트의 결과가 성공인 경우, 상기 컬러 캐쉬로부터 컬러 데이터를 읽어와서 소정의 컬러 처리를 하는 컬러 처리부를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속기.

**【청구항 7】**

제 6 항에 있어서,

상기 프레임 메모리로부터 컬러 데이터를 미리 읽어와서 저장하며, 상기  $z$  테스트의 결과가 성공인 경우에만 상기 컬러 데이터를 상기 컬러 캐쉬에 저장하는 컬러 픽셀 버퍼를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속기.

**【청구항 8】**

제 7 항에 있어서, 상기 컬러 픽셀 버퍼는 4개 또는 8개의 엔트리로 구성되는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속기.

**【청구항 9】**

제 6 항에 있어서, 상기  $z$  테스트는 현재 래스터라이제이션 처리 중인 픽셀이 화면에 보여지는 경우 성공이 되며, 보여지지 않는 경우 실패가 되는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속기.

**【청구항 10】**

제 6 항에 있어서, 상기  $z$  캐쉬는 원하는  $z$  데이터가 상기  $z$  캐쉬에 저장되어 있지 않은 경우에만 프레임 메모리로부터 해당하는  $z$  데이터를 읽어오는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속기.

**【청구항 11】**

- (a) 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어와서  $z$  캐쉬에 저장하는 단계;
- (b) 프레임 메모리로부터 컬러 데이터를 읽어와서 컬러 캐쉬에 저장하는 단계;
- (c) 상기  $z$  캐쉬로부터  $z$  데이터를 읽어와서 소정의  $z$  테스트를 수행하는 단계; 및

(d) 상기  $z$  테스트의 결과가 성공인 경우, 상기 컬러 캐쉬로부터 컬러 데이터를 읽어와서 소정의 컬러 처리를 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 방법.

**【청구항 12】**

제 11 항에 있어서, 상기  $z$  테스트는 현재 래스터라이제이션 처리 중인 픽셀이 화면에 보여지는 경우 성공이 되며, 보여지지 않는 경우 실패가 되는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 방법.

**【청구항 13】**

제 11 항에 있어서, 상기 (a) 단계는 원하는  $z$  데이터가 상기  $z$  캐쉬에 저장되어 있지 않은 경우에만 프레임 메모리로부터 해당하는  $z$  데이터를 읽어오는 단계인 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 방법.

**【청구항 14】**

- (a) 프레임 메모리로부터  $z$  데이터를 읽어와서  $z$  캐쉬에 저장하는 단계;
- (b) 프레임 메모리로부터 컬러 데이터를 읽어와서 컬러 픽셀 버퍼에 저장하는 단계;
- (c) 상기  $z$  캐쉬로부터  $z$  데이터를 읽어와서 소정의  $z$  테스트를 수행하는 단계;
- (d) 상기  $z$  테스트의 결과가 성공인 경우, 상기 컬러 픽셀 버퍼에 저장된 컬러 데이터를 컬러 캐쉬에 저장하는 단계; 및

(e) 상기  $z$  테스트의 결과가 성공인 경우, 상기 컬러 캐쉬로부터 컬러 데이터를 읽어와서 소정의 컬러 처리를 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 방법.

【청구항 15】

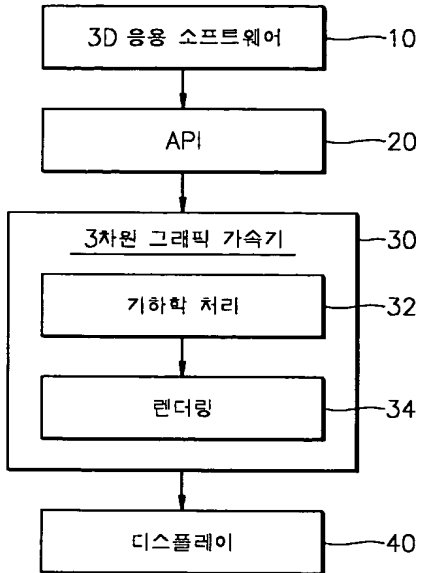
제 14 항에 있어서, 상기  $z$  테스트는 현재 래스터라이제이션 처리 중인 픽셀이 화면에 보여지는 경우 성공이 되며, 보여지지 않는 경우 실패가 되는 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 방법.

【청구항 16】

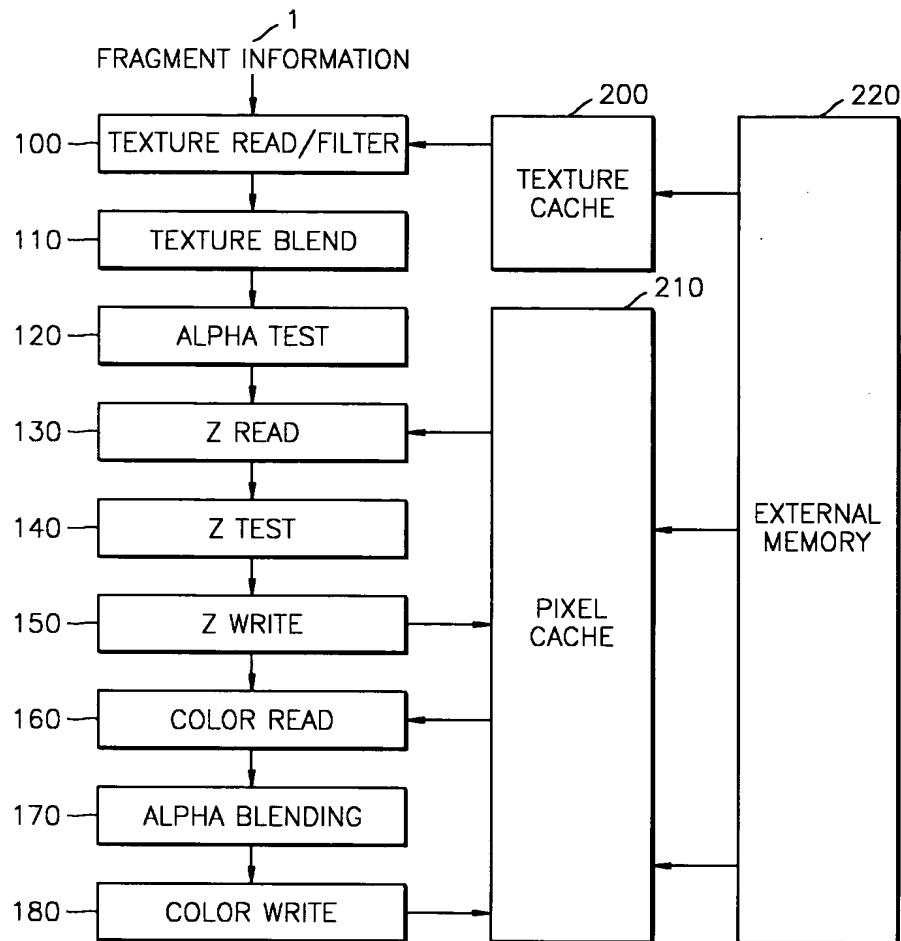
제 14 항에 있어서, 상기 (a) 단계는 원하는  $z$  데이터가 상기  $z$  캐쉬에 저장되어 있지 않은 경우에만 프레임 메모리로부터 해당하는  $z$  데이터를 읽어오는 단계인 것을 특징으로 하는 3차원 그래픽 가속 방법.

## 【도면】

【도 1】

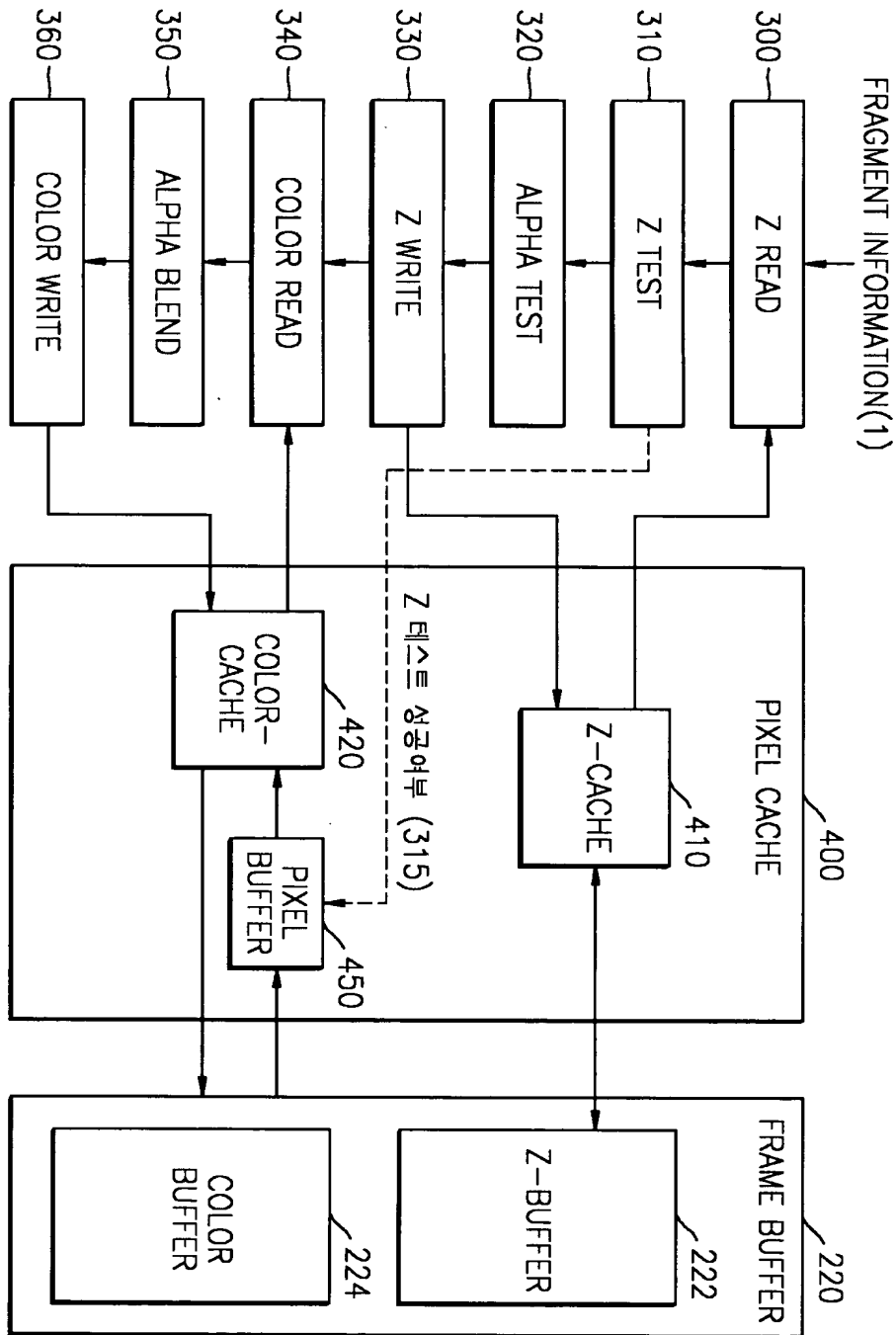


【도 2】





【 3 】



【도 4】

